

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3093414号
(P3093414)

(45) 発行日 平成12年10月3日 (2000. 10. 3)

(24) 登録日 平成12年7月28日 (2000. 7. 28)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

H 0 1 P 1/185

H 0 1 P 1/185

H 0 1 L 31/10

H 0 3 K 17/78

F

H 0 3 K 17/78

H 0 1 L 31/10

A

請求項の数1 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平4-33183

(22) 出願日 平成4年2月20日 (1992. 2. 20)

(65) 公開番号 特開平5-235606

(43) 公開日 平成5年9月10日 (1993. 9. 10)

審査請求日 平成8年10月3日 (1996. 10. 3)

(73) 特許権者 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 松枝 護重

鎌倉市大船五丁目1番1号 三菱電機株

式会社 電子システム研究所内

(72) 発明者 末松 憲治

鎌倉市大船五丁目1番1号 三菱電機株

式会社 電子システム研究所内

(72) 発明者 飯田 明夫

鎌倉市大船五丁目1番1号 三菱電機株

式会社 電子システム研究所内

(74) 代理人 100099461

弁理士 溝井 章司 (外2名)

審査官 富澤 哲生

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロ波回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 マイクロストリップ線路で入出力間が接続され、上記入出力間の中間においてスイッチにより上記マイクロストリップ線路が選択されて移相量が決まる構成において、

上記スイッチは、所定の波長の光を受光してオン・オフ制御される光制御素子とし、

上記光制御素子に対応して上記光制御素子を空間的に直接照射して制御する制御光源を備え、

上記光制御素子と上記制御光源からの上記所定の波長の光とを制御の組として、上記所定の波長で上記光制御素子をオン・オフ制御するよう複数組用意し、該制御の組は、それぞれが受け持つ波長での制御によりスイッチが動作して所定の移相量を選択するようにしたことを特徴とするマイクロ波回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明はマイクロ波またはミリ波帯の電波の伝送回路において、その伝送特性を光の照射により制御するマイクロ波回路に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図14は1991年電子情報通信学会春季全国大会論文集、C-49に示された従来の制御素子を備えたマイクロ波回路のデジタル移相器を示す構成図である。図において、1は一方の面に地導体を有する誘電体基板、3a~3cはマイクロストリップ線路のストリップ導体、4は入力端子、5は出力端子、7はスルーホール、8は制御信号線、9a及び9bは制御信号入力端子、16a~16cは電界効果トランジスタ（以下、FETと呼ぶ）である。図15は図14に示

すマイクロ波回路の等価回路図である。図15において、70a~70cは図14のFET16a~16cを等価的に表すスイッチ、71a~71cはストリップ導体3a~3cを等価的に表す電気長 $\lambda/4$ (λ :信号波の波長)の伝送線路、72a~72bはスルーホールによる接地を等価的に表している。スイッチ70a~70cは制御信号が入力するとき接続状態となり、制御信号が入力しないときに遮断状態となる。

【0003】次に、マイクロ波回路の動作について図15、16を参照して説明する。図16は制御信号入力端子9aに制御信号が入力し、制御信号入力端子9bに制御信号が入力しない場合、即ち、スイッチ70a、70bは接続状態、スイッチ70cは遮断状態にある場合を示す等価回路図である。図16において、入力端子4に入力した信号波は長さ $\lambda/4$ の伝送線路71bを介して90度位相遅れで出力端子5に出力される。ここで、伝送線路71a、71cはそれぞれ一端が接地された長さ $\lambda/4$ の伝送線路であるため、それぞれ他端の伝送線路71bとの接続点から見た伝送線路71a、71cは開放とみなせる。

【0004】一方、図17は制御信号入力端子9aに制御信号が入力せず、制御信号入力端子9bに制御信号が入力する場合、即ち、スイッチ70a、70bは遮断、スイッチ70cは接続状態にある場合を示す等価回路図である。図17において、入力端子4に入力した信号波は長さ $\lambda/4$ の伝送線路71a及び71cを介して180度位相遅れで出力端子5に出力される。ここで、伝送線路71bは一端が接地された長さ $\lambda/4$ の伝送線路であるため他端の伝送線路71b、71cの接続点から見た伝送線路71bは開放とみなせる。

【0005】以上のように、制御信号が制御信号入力端子9aに入力して、制御信号入力端子9bに入力しないときと、制御信号が制御信号入力端子9aに入力せず、制御信号入力端子9bに入力するときとは、信号波が通過する伝送線路の長さが $\lambda/4$ 異なるために、位相を90度変化させることができる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来の制御素子を備えたマイクロ波回路は以上のように構成されているので、制御素子数を多数備えるマイクロ波回路の場合、制御信号線が多数必要となり、回路の実装配置上、小形化する上で制約が生ずるという課題があった。

【0007】この発明は上記のような課題を解決するためになされたもので、制御素子数が多数の場合でも制御信号を容易に供給でき、小形化できるマイクロ波回路を得ることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明に係るマイクロ波回路は、マイクロストリップ線路で入出力間が接続され、上記入出力間の中間においてスイッチにより上記マ

イクロストリップ線路が選択されて移相量が決まる構成において、上記スイッチは、所定の波長の光を受光してオン・オフ制御される光制御素子とし、上記光制御素子に対応して上記光制御素子を空間的に直接照射して制御する制御光源を備え、上記光制御素子と上記制御光源からの上記所定の波長の光とを制御の組として、上記所定の波長で上記光制御素子をオン・オフ制御するよう複数組用意し、該制御の組は、それぞれが受け持つ波長での制御によりスイッチが動作して所定の移相量を選択するように構成した。

【0009】

【作用】上記のように構成されたこの発明に係るマイクロ波回路では、制御信号として、波長の異なる複数の光を用いることにより、マイクロ波回路上の制御信号線をなくすることができる。

【0010】

【実施例】実施例1. 図1はこの発明のマイクロ波回路の実施例1を示す構成図である。図2は図1に示すマイクロ波回路80と制御信号光源6の関係を説明する図である。図3は図1の等価回路図である。図4は図1に示すマイクロ波回路の光制御素子を示す構成図である。図において、1は一方の面に地導体を有する誘電体基板、3はマイクロストリップ線路のストリップ導体、4は入力端子、5は出力端子、6は波長の異なる複数の光をいづれか一つ、もしくは複数同時に出力できる制御信号光源、10a、10bは光制御素子、80はマイクロ波回路全体を示す。

【0011】次に動作について説明する。図3の等価回路図に示すように、スイッチ70a、70cは波長 λ_1 の光の照射により信号波を通過し、スイッチ70b、70dは波長 λ_2 の光の照射により信号波を通過する構成となっている。

【0012】まず、波長 λ_1 の光を照射して波長 λ_2 の光を照射しない場合、スイッチ70a、70cは信号波を通過し、スイッチ70b、70dは遮断状態となる。入力端子4に入力した信号波はスイッチ70a、マイクロストリップ線路3a及びスイッチ70cを通過して出力端子5から出力される。

【0013】次に、波長 λ_1 の光を照射せず波長 λ_2 の光を照射する場合、スイッチ70a、70cは信号波を遮断し、スイッチ70b、70dは信号波を通過する。入力端子4に入力した信号波はスイッチ70b、マイクロストリップ線路3b及びスイッチ70dを通過して出力端子5から出力される。

【0014】ここで、マイクロストリップ線路3aと3bの長さの差をLとすると、制御信号として波長 λ_1 の光を照射して波長 λ_2 の光を照射しない時と、波長 λ_2 の光を照射して波長 λ_1 の光を照射しない時では、同一入力信号波に対する出力の信号波の位相を線路差Lの電気長分だけ変化させることができる。

【0015】ここでは、単ビットの移相器を例に説明したが、受光感度の波長特性が異なるスイッチ及び移相量の異なる素子を複数個、直列に接続することにより、多ビット移相器を実現することができる。

【0016】図4は図1に示すマイクロ波回路の光制御素子を示す構成図である。図において、1は一方の面に地導体を有する誘電体基板、3はマイクロストリップ線路のストリップ導体、81は特定波長の光の照射により導電率が変化する半導体膜である。光を照射しない時、半導体膜81は非導通状態となるために、スイッチは遮断状態になる。一方、光を照射する時、半導体膜81は導通状態になるために、スイッチは接続状態になる。スイッチ70aと70bの半導体膜81の種類を変えることにより波長選択性が変わる。

【0017】実施例2。実施例1では図1のマイクロ波回路（移相器）の光制御素子（スイッチ）として、図4に示すように特定波長の光の照射により導電率が変化する半導体膜81の種類を変えて光選択性をもたせたが、半導体膜81の種類を一定にして、上記半導体膜上に特定波長のみを通過する膜を配置したものの同様の効果を奏する。図5はこの発明のマイクロ波回路の光制御素子（スイッチ）の実施例2を示す構成図である。図において、81aは光の照射により導電率が変化する半導体膜、82は特定波長の光のみを通過する膜である。膜82を通過する光を照射したときに、半導体膜81aは導通状態になりスイッチは通過状態になる。一方、膜82を通過しない光を照射した時、及び光を照射しない時に、半導体膜81aは非導通状態になりスイッチは遮断状態になる。

【0018】実施例3。実施例1では、マイクロ波回路として移相器を単体もしくは複数個備えたものについて説明したが、さらに、アンテナやミキサ等のマイクロ波回路と組み合わせて同一基板上に構成したマイクロ波回路の例について説明する。図6、図7はこの発明のマイクロ波回路の実施例3を示す構成図である。図6は実施例3の光制御素子実装面を示す構成図であり、図7は図6の裏面を示す図である。図6、図7において、1Aは誘電体基板、2は地導体、3はマイクロストリップ線路のストリップ導体、5は出力端子、7はスルーホール、11はマイクロストリップアンテナの放射導体、80a～80hは図1に示したマイクロ波回路（移相器）80と同様である。

【0019】次に、動作についてマイクロ波回路（移相器）80aに注目して説明する。図7のマイクロストリップアンテナの放射導体11に入射した信号波は、スルーホール7及びストリップ導体3と地導体2とからなるマイクロストリップ線路を介して、光制御マイクロ波回路80aに入力する。マイクロ波回路（移相器）80aにおいて、所定の位相変化した信号波は、ストリップ導体3と地導体2とからなるマイクロストリップ線路を介

して出力端子5に出力される。

【0020】ここで、マイクロ波回路80a～80hの光制御素子の受光感度の波長特性をそれぞれ変えておくと、制御信号光源6が照射する光の波長により、マイクロ波回路80a～80hを各々独立に制御することができる。従って、放射導体11の集合からなるアンテナのビーム方向を制御信号光源6により所定方向に変えることができる。

【0021】実施例4。図8、図9は、この発明のマイクロ波回路の実施例4を示す構成図である。実施例3を示す図6、図7と同一部分については同一符号を付し既に説明済みなので省略する。図8は実施例4の光制御素子実装面を示す構成図である。図9は図8の裏面を示す図である。図8、図9において、6は波長の異なる複数の光をいずれか一つ、もしくは複数同時に出力できる制御信号光源、91は局発信号により変調された光を発生する光源である。80は図1に示したと同様の制御信号光源6により制御されるマイクロ波回路（移相器）、90は変調された光により局発信号を供給されるミキサ回路である。

【0022】次に動作について説明する。図9のマイクロストリップアンテナの放射導体11に入射した信号波は、スルーホール7及びストリップ導体3と地導体2とからなるマイクロストリップ線路を介して、マイクロ波回路（移相器）80に入力し、それぞれ位相調整される。次いで、ミキサ回路90において、局発信号により変調された光源91の照射により供給される局発信号とミキシングされ、中間周波信号を発生する。ミキサ回路90で発生した中間周波信号は、ストリップ導体3と地導体2とからなるマイクロストリップ線路を介して出力端子5に出力される。

【0023】実施例5。実施例1ではマイクロストリップ線路を用いて構成したマイクロ波回路（移相器）80の光制御素子（スイッチ）について説明したが、コプレーナ線路、スロット線路を用いて構成したマイクロ波回路の光制御素子（スイッチ）について説明する。図10はこの発明のマイクロ波回路の光制御素子（スイッチ）の実施例5を示す構成図である。図において、1Aは誘電体基板、2は地導体、20はコプレーナ線路の中心導体、81aは特定波長の光の照射により導電率が変化する半導体膜である。いま、特定波長の光を照射して半導体膜81aが導通状態のとき、コプレーナ線路の中心導体20が接地され、コプレーナ線路を伝搬してきた信号波は全反射される。一方、特定波長の光を照射せず半導体膜81aが非導通状態になると、コプレーナ線路は信号波を通過することができる。

【0024】実施例6。図11はこの発明のマイクロ波回路の光制御素子（移相器）の実施例6を示す構成図である。図11において、2は地導体、20はコプレーナ線路の中心導体、81bは光の照射により誘電率が変化する

する半導体素子からなる光制御素子、83は半絶縁性GaAs基板である。上記の光制御素子に光を照射すると、光制御素子の半導体素子81bにおいて、プラズマが発生し、半導体素子81bの誘電率が変化する。誘電率が変化するとコプレーナ線路の波長短縮率に変化し、通過位相を変えることができる。

【0025】実施例7. 図12, 13は、この発明のマイクロ波回路(多ビット移相器)の実施例7を示す構成図である。図11に示した照射する光の波長によって移相量を変えることのできる光制御素子(単ビット移相器)を複数個、直列に接続することにより多ビット移相器を構成することができる。図12は多ビット移相器の実施例7を示す構成図(平面図)である。図13は図12のA-A'断面図である。図12, 13において、2は地導体、20はコプレーナ線路の中心導体、81b, 81c, 81dはそれぞれ図11に示した光制御素子と同様であり、光の照射により誘電率が変化する半導体素子、83は半絶縁性GaAs基板である。異なる波長の光で誘電率が変化する3種類の半導体素子81b, 81c, 81dを一つのコプレーナ線路に用い、それぞれ半導体素子の長さを変えることにより、移相量を変えることができる。これにより、3ビット移相器を実現することができる。

【0026】実施例8. 実施例1, 2, 3, 4, 5に示したマイクロ波回路において、光制御素子のばらつきを抑えるために、誘電体基板1を半導体基板にして構成する、即ちモノリシック化したものであっても同様の効果を奏する。

【0027】

【発明の効果】以上のようにこの発明によれば、マイクロ波の伝送特性を光の照射により制御する光制御素子のうち、少なくとも2素子の受光感度の波長特性を異なるようにし、波長の異なる複数の光を制御信号として用いることにより、制御素子数が多数の場合においても、制御信号を容易に供給できる、小形のマイクロ波回路を得ることができる。

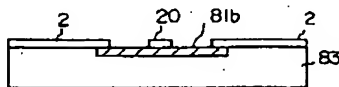
【図面の簡単な説明】

【図1】この発明のマイクロ波回路の実施例1を示す構成図である。

【図2】図1に示すマイクロ波回路と制御信号光源の関係を説明する図である。

【図3】図1の等価回路図である。

【図13】



【図4】図1に示すマイクロ波回路の光制御素子(スイッチ)を示す構成図である。

【図5】この発明のマイクロ波回路の光制御素子(スイッチ)の実施例2を示す構成図である。

【図6】この発明のマイクロ波回路の実施例3を示す構成図(光制御素子実装面)である。

【図7】図6の裏面を示す図である。

【図8】この発明のマイクロ波回路の実施例4を示す構成図(光制御素子実装面側)である。

【図9】図8の裏面を示す図である。

【図10】この発明のマイクロ波回路の光制御素子(スイッチ)の実施例5を示す構成図である。

【図11】この発明のマイクロ波回路の光制御素子(移相器)の実施例6を示す構成図である。

【図12】この発明のマイクロ波回路の光制御素子(移相器)の実施例7を示す構成図である。

【図13】図12のA-A'断面図である。

【図14】従来のマイクロ波回路を示す構成図である。

【図15】図14の等価回路図である。

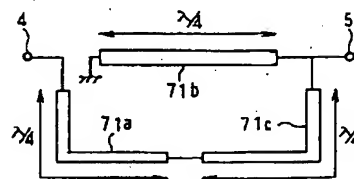
【図16】図14の動作を説明する等価回路図である。

【図17】図14の動作を説明する等価回路図である。

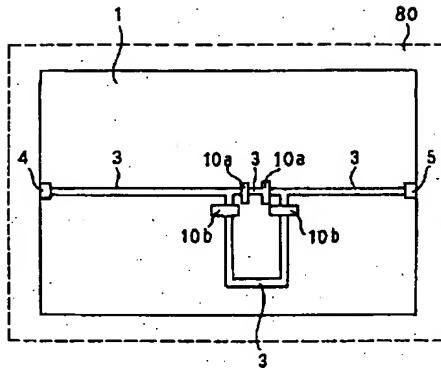
【符号の説明】

- 1 誘電体基板
- 2 地導体
- 3 マイクロストリップ線路のストリップ導体
- 3a~3c マイクロストリップ線路のストリップ導体
- 4 入力端子
- 5 出力端子
- 6 制御信号光源
- 7 スルーホール
- 10a~10b 光制御素子
- 11 放射導体
- 20 コプレーナ線路の中心導体
- 70a~70d スイッチ
- 80 光制御素子を有するマイクロ波回路
- 80a~80h 光制御素子を有するマイクロ波回路
- 81 半導体膜
- 81a, 81b, 81c, 81d 半導体膜
- 82 特定波長の光を通過する膜
- 83 半絶縁性GaAs基板
- 90 ミキサ回路
- 91 局発信号により変調された光を発生する光源

【図17】

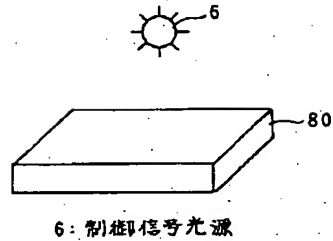


【図1】



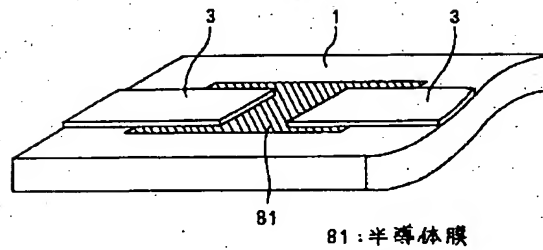
- 1: 誘電体基板
 3: マイクロストリップ線路のストリップ導体
 4: 入力端子
 5: 出力端子
 10a, 10b: 光制御素子
 80: 光制御マイクロ波回路

【図2】



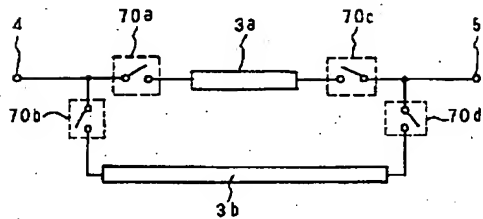
6: 制御信号光源

【図4】



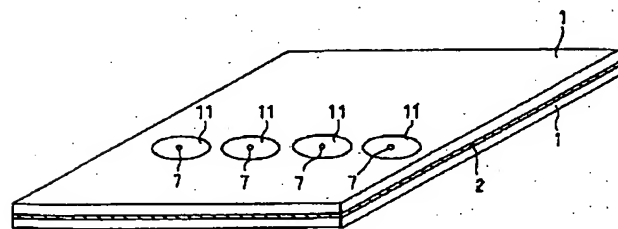
81: 半導体膜

【図3】

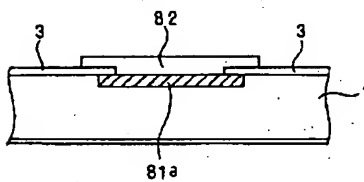


3a, 3b: マイクロストリップ線路のストリップ導体
 70a, 70b, 70c, 70d: スイッチ

【図9】

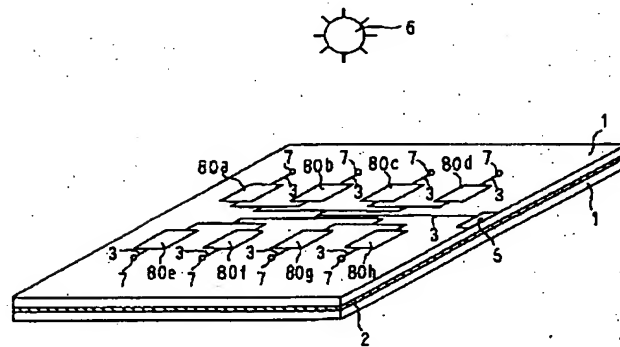


【図5】



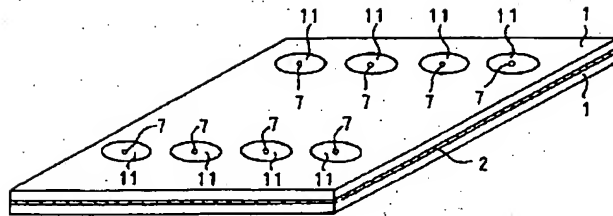
81a: 半導体膜
 82: 特定波長光のみ通す膜

【図6】



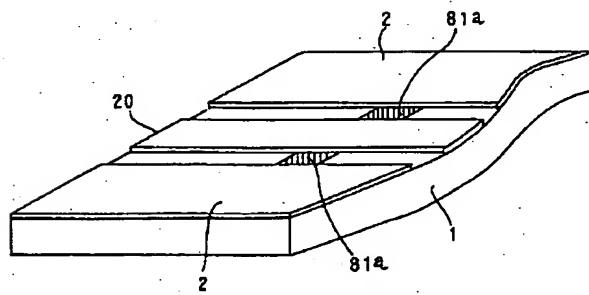
7: スルーホール
 80a~80h: 光制御マイクロ波回路

【図7】

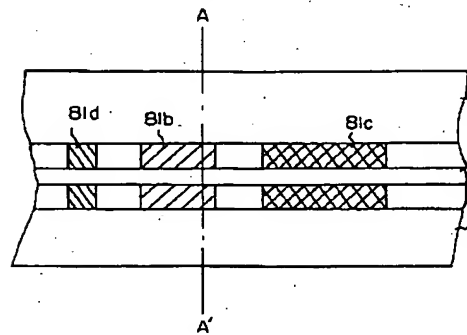


11: 放射導体

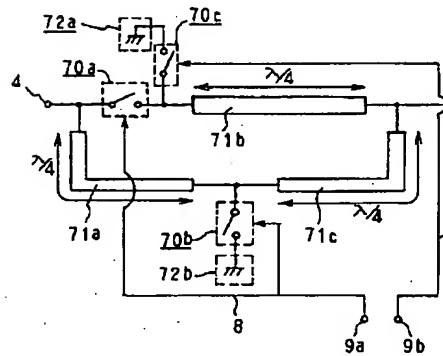
【図10】



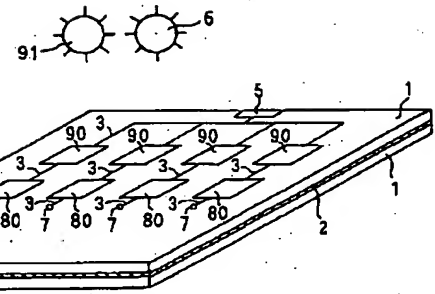
【図12】



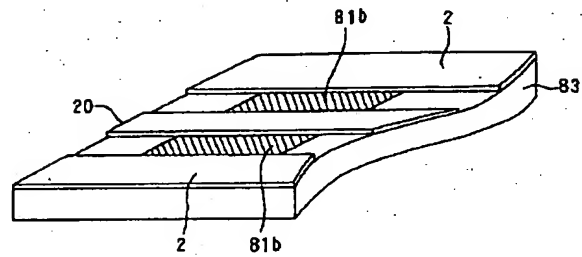
【図15】



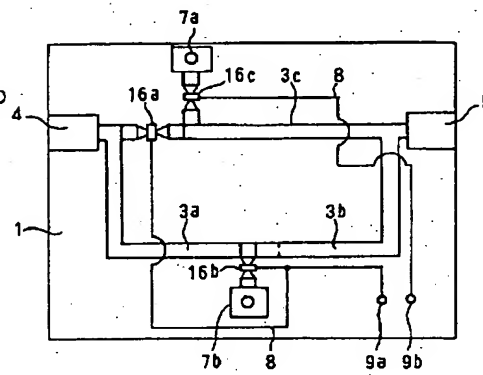
【図8】

90: ミツサ回路
91: 光源

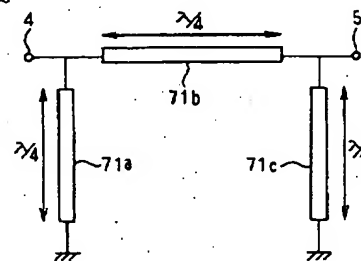
【図11】



【図14】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 浦崎 修治
鎌倉市大船五丁目1番1号 三菱電機株
式会社 電子システム研究所内

(56)参考文献 特開 昭62-290145 (J P, A)
特開 昭61-248452 (J P, A)
特開 昭59-210701 (J P, A)
実開 平1-179612 (J P, U)
米国特許5116807 (U S, A)

(58)調査した分野(Int. Cl. 7, D B名)

H01L 31/10

H01P 1/10 - 1/195